



扫一扫发现更多

绝非简单的“快乐开关”

除了想象运动脑机接口、视觉脑机接口，现在我们知道，还有情绪脑机接口——机器能感知你的挫败、无聊或喜悦，并调整交互方式。这触及了脑机接口技术中最复杂、也最富人文色彩的核心。

这将带来心理健康革命，为抑郁症、焦虑症、双相情感障碍等提供超越主观问卷的精准诊断，实现个性化的实时治疗；也可能及时发现极端情绪波动，对预防自杀、暴力行为等提供早期预警和干预；在高压团队（如手术团队、宇航员、应急指挥）中，实时共享成员的情绪负荷状态，优化任务分配和沟通，防止决策失误……那么更进一步，情绪脑机接口，将成为人类的“快乐开关”吗？

专家告诉我们，技术上，完全可能。但伦理和社会层面上，这是一个极其危险的潘多拉魔盒。悲伤、愤怒等负面情绪对人类生存、道德判断也至关重要。一味追求“好心情”可能导致情感扁平化，失去共情能力和深刻的创造力。

情绪脑机接口揭示了一个悖论：我们试图用最理性的工具（机器）去理解和驾驭最非理性的领域（情感）。它如果承诺一个没有心理痛苦的世界，那也可能让我们失去人性中那些因脆弱而珍贵的部分。未来的关键，或许不在于我们能否“加持”好心情，而在于我们如何智慧地定义，什么才是值得追求的、完整的人类体验。（王永芳）

2025年12月9日 星期二 主编：王永芳 责编：李煦 美编：陈昌 版式：陈笑宇 责校：刘明

《美猴亡》与“AI罐头音乐” 专栏

钱学森主导国防科大改建：尖端技术拼命也要干 读书



张丹。

当我们一起听歌，大脑在悄悄同步

英国神经学家奥利弗·萨克斯在《恋音乐》中写道：“在任何社会，音乐都有一个核心作用，那就是以集体和共融的方式将人们凝聚在一起。”

你是否曾有这样的体验：在音乐厅里，当一段熟悉的旋律响起，你会发现身边人的眼中与你相似的光芒；演唱会上，万人合唱时，那种共振的感觉让你深受感动。

音乐将我们连接在一起，这也是科学实验室里可观测的事实。

张丹与他的科研小组曾用科学的方式印证了这个现象。研究人员邀请多个四人小组共同聆听不同风格的音乐，同时用便携式脑电设备同步记录他们的大脑活动。

参与者像朋友聚会一样坐在一起，通过音箱共同聆听多段不同风格的音乐作品。研究者不仅同步记录了四位参与者的脑电活动信号，还收集了他们对音乐的情绪反应、审美体验以及彼此之间的社会亲密感等行为学数据。

结果发现，当人们一起欣赏音乐时，不仅情绪会趋于同步，连脑电波也会出现显著的协调。在共同聆听音乐后，参与者彼此之间的社会亲密感显著提升。这种同步主要集中在大脑的右侧前额叶区域——这个区域与情绪调节、社会认知功能密切相关。

研究进一步构建了一个神经行为关系模型，揭示了从行为同步到神经同步的路径：神经同步=基本情绪相似性+审美情绪相似性×社会亲密感。

这个看似简洁的公式蕴含着深刻的意义。基本情绪（如喜悦、悲伤）的共鸣构成了神经同步的基础，即使社会连接较弱时，这种基础情感共鸣仍能推动大脑活动的协调。而更高级的审美体验（如感受到音乐的超然之美）则需要与社会亲密度相互作用，才能进一步促进神经同步。

这或许解释了，我们为何总是向往与他人共享音乐体验。无论是在演唱会现场万人合唱的震撼时刻，还是在交响乐声中沉浸的宁静瞬间，我们不仅听见了声音的符号，也在感受彼此；不仅共享了旋律，也在构建归属。

而这份源于音乐的连接智慧，或许也预示着未来科技与人文交融的方向。当脑科学、心理学与人工智能深度携手，我们身边的智能体将不再只是效率工具，更会成为懂我们情绪、知我们需求的“贴心伙伴”。它可能会像共同聆听时的默契友人，结合我们的日程节奏、生理状态与情绪模式，提醒我们“最近忙到忽略了运动，留半小时舒展身心吧”或是“许久没和家人好好相聚，或许可以安排一场家庭聚会”。

从音乐中大脑的同步，到生活中人机的共情，未来的智能科技也会在理解与共情中，帮助我们更好地关照身心健康、维系情感联结。

【采访】

读+：请结合您的研究经验介绍一下，人类运用脑机接口技术，是如何实现人机交互的？

张丹：脑机接口研究包括多种类型，无创脑机接口中比较有代表性的有：想象运动脑机接口、视觉脑机接口和情绪脑机接口。前两类主要是用户主动输出指令来实现脑机交互，因此也被称为主动脑机接口。

想象运动脑机接口是所有脑机接口研究中最接近于“所想即所得”的脑机接口——用户可以通过想象，来完成不同的肢体运动；视觉脑机接口，也被称为信息交互速率最快的脑机接口。主动脑机接口的应用场景包含罕见病和神经性疾病：一是渐冻症，恢复渐冻症患者的交流能力；二是癫痫等神经系统疾病，用脑机接口技术预测和控制患者癫痫等疾病的发作。

情绪本身是特别复杂的现象，如何在最真实的环境下采集人的情绪状态，仍是一件极具挑战的事情。目前的研究是在实验室的控制环境下进行信息采集，但很多情绪类别在这种情况下并没有办法很好地模拟出来，比如参加高考的那种紧张在实验室里是没有办法诱发的。

这类脑机接口的应用场景之一是心理测评，从某种意义上来说心理学核心就是心理测量，对人的测量是核心，但传统心理测评依赖于问卷、自我报告或者咨询师访谈，这对受访者的

读+：您的研究团队利用模型，从日常可穿戴设备采集的生理数据中识别情绪。“日常可穿戴”的设备，是不是类似我们佩戴手环等电子设备？

张丹：您理解的“日常可穿戴”是正确的，主要是指类似手环、手表这类可以长时间、相对无感佩戴的设备。它们可以持续收集多种生理信号，比如心率、皮肤温度、皮肤电反应，以及运动状态等信息。

但这只是数据采集的第一步。情绪识别的一个核心难点在于，单一的生理指标变化往往有多重解释。比如心率上升，可能是因为情绪激动，也可能仅仅是因为刚才在跑步。因此，我们会将多种生理信号（如心率、皮温、运动）同步结合起来分析，并特别关注信号随时间变化的模式。

如何让机器学会从这些复杂信号中识别情绪，宛如在“读心”呢？这就需要为这些生理数据打上“情绪标签”。我们的做法是，在让被试者正常生活（比如工作、交流、休息）并佩戴设备进行至少一天追踪采集的同时，会尽可能在不打扰他的情况下，邀请他间隔性地报告自己当下的主观感受，以此作为我们模型学习的“参考答案”。

读+：目前情绪测量相关研究取得了哪些进展？

张丹：我认为当前情绪识别技术在用户体验方面，正处在从“能用”迈向“好用”的攻坚阶段。这里说的“好用”标准非常高，要求识别必须快速且准确。例如，一个旨在缓解冲突的服务机器人，如果99次都做对，却有1次因情绪误判而激化了矛盾，后果将是严重的。在面向普通大众的开放复杂场景中，技术离真正“好用”还有距离。

目前，技术上“可用”并已开始探索性应用的，主要集中在一些限定性场景。一个典型的例子是公共交通驾驶员的疲劳与异常情绪监测。这里的需求相对“粗放”，不需要细分驾驶员是开心还是平静，核心目标是捕捉到极端的疲劳、愤怒或分神状态，以保障公共安全。

近期，我和团队的研究重心聚焦于一个至关重要的群体：青少年。

我们选择青少年作为研究对象，主要出于两方面的考量。首先是其深远的社会意义。青少年时期的身心健康，不仅关乎个体与家庭的幸福，也关系着国家和社会的未来。其次，这一群体所蕴含的独特科学挑战。青少年并非成年人的“缩小版”，他们正处在生理与心理快速发展的关键期，特别是经历青春期的二次发育，

清华大学副教授张丹：情绪脑机接口将有温度、有边界地服务于人

□长江日报记者马梦娅

11月，清华大学科学博物馆举办了一场名为“界面中的我：脑机接口与意识的未来”的圆桌探讨。来自人文、医学、艺术等不同领域的专家围绕脑机接口与意识展开了对话。清华大学心理与认知科学系长聘副教授、博士生导师张丹是此次探讨嘉宾之一。张丹致力于运用脑电、近红外、穿戴式神经生理传感等测量技术，结合情感脑机接口与情感生理计算方法，在人机交互等场景开展智能心理测量应用研究。

当下，技术介入逐步促进大脑成为可以被探测、干预的对象。脑机接口旨在神经活动与数字系统间建立通讯通路，这类技术应用于医疗辅助

与躯体功能重建。《读+》周刊专访张丹，他表示，人机交互可以观测到个性化差异，科学家可以给他们制作“情绪画像”，搜集个性化数据。脑机接口可能成为抑郁、焦虑等情绪相关心理障碍评测的新工具。

研究者是否可以帮我们拥有“更积极的”情绪呢？将来，人类可以拥有外挂式的“好心情加持”吗？张丹表示，理论上可行，技术是中立的，但如何使用需要与社会治理的角度或制度化的方式来约束。

技术追求的，不是创造一个比自然赋予的、血肉之躯更“完备”的存在，而是有温度、有边界地服务于人。

通过脑机接口捕捉、采集情绪，为“情感计算”建档

教育程度、背景和配合度都有很高的要求；而脑机接口通过捕捉人类情绪状态，能建立更加客观的心理测评方案。让机器理解人类情感的情感计算技术正在成为人机交互、心理健康、人工智能等领域的研究热点。

相比语音、表情、心率等行为与外周生理信号，脑电可以更加直接反映个体情绪体验信息，科学家们希望通过脑机接口技术对人类情绪进行个体量化，实现对情绪障碍相关心理健康问题的客观评价，比如对抑郁、焦虑等的量化测量。

读+：让机器理解情绪，对人类社会的未来意味着什么？

张丹：当前人工智能在“情感计算”方面，仍然处于一个以“计算”为核心的、持续发展和完善的阶段。所谓情感计算，是指通过摄像头、麦克风、脑电以及生理记录等多种传感器数据来推断人的情绪状态。这是实现更广义“情感智能”的基石——只有对人的情绪理解得足够准确，未来的AI智能体才有可能据此做出合理且有意义的反馈。

关于这个领域的现状，我国的研究力量和成果都非常出色。情感计算这个方向最初由麻省理工学院相关学者提出，但后续许多重要的学术竞赛和学会组织工作，都有许多中国学者的积极

推动。目前该领域最权威的学术期刊——《IEEE Transactions on Affective Computing》（中文常译作《情感计算汇刊》），多位编委来自我国，中国学者在国际前沿领域的核心平台上发挥着关键的组织和引领作用。

让机器理解情绪，这首先意味着我们有可能建立起更精准、更深入的人机交互基础。从心理健康评估到更自然的人机协作，其前景都建立在情感计算这座桥梁的坚固程度上。

读+：当机器理解情绪，它能做什么？这种理解对我们生活起到怎样的作用？

张丹：我们目前的研究和技术实践，主要还集中在“情绪”的计算与识别层面。当前机器理解情绪能做什么？我举几个例子。例如，我和手机语音助手交互，当我说要订一张去上海的火车票时，如果机器能通过我的语气、表情甚至生理信号理解到我非常着急，它就可能不再询问细节，直接为我订最快的一班火车；如果它判断我的状态很放松，就可能和我商量时间、价格等选项——这种基于情绪理解的人机互动，会让机器更像一个自然的沟通者，从而为我们的生活和工作带来极大的便利。

现在一些语音转文字功能会尝试添加表情符号来传递语气，虽然基础，但方向是让信息接

用可穿戴设备“读心”，求同存异

何解决这种差异性的？

张丹：您提出的这个问题非常关键，也正是我们研究中的一个核心挑战。就像坐过山车，有人觉得刺激开心，有人感到紧张害怕，还有人可能非常平静。这种个体差异是天然存在的。

我们如何从这些因人而异的生理信号中，找到可循的规律呢？我们需要把人的情绪反应“拆解”成两个部分：一部分是共通的经验，另一部分是个人独有的体验。算法的核心目标，就是从混杂的数据中，提炼出那种稳定的、关于场景的共性情绪成分，同时尽量减少个人独特反应的干扰。

技术上，我们借鉴了一种深度学习框架。您可以把它想象成一个非常善于“求同存异”的智能系统，它被证明在很多领域都很有效。

这并不意味着我们忽略个体差异。恰恰相反，差异本身也蕴含着重要的信息。我们实际上在进行两方面的研究：第一条线，就是用刚才说的框架去探索共性；第二条线，我们同时也在研究，如何通过分析一个人对标准化情绪素材（比如同一段影片）的大脑响应，来推断他的人

格特质（比如是外向还是内向，情绪稳定还是易激动）。最终思路是将两者结合，这就像人与人打交道：我们既懂得在特定场合下人们通常会有怎样的感受（共性），也了解面前这个人独特的性格是怎样的（个性）。

未来的情感智能系统，理想状态下应该能同时把握这两个维度，才有可能实现真正个性化、贴心的人机交互。

我们研究团队曾做过相关研究，从个体的情绪脑电响应角度出发，运用脑机接口与机器学习方法提取个体情绪脑电响应特征，设计并实现了可预测个体大五人格特质的自动化脑电测量方法。

在研究中，我们记录了66位被试观看28段情绪视频时的脑电响应，通过脑机接口与机器学习方法挖掘高维度脑电数据中的人格相关特征，我们通过脑电数据推算出来的人格分数，和本人自己填写问卷得出的大五人格匹配度非常高。

相关研究成果可以在许多应用场景发挥作用，如人力资源的入职优化匹配、心理疾病诊断及早期预警等，成为心理测量领域的新型工具。

“好心情”靠技术实现，妥当吗？

其情绪状态具有更强的动态性和复杂性。我们不能简单地用静态的模型去衡量他们，而必须从一个发展的、动态的视角去理解他们的变化与成长。这无疑增加了研究的难度，但也让探索的过程更加深刻和有趣。

在具体技术上，我们正尝试利用可穿戴设备及非侵入式脑电等技术，长时间、自然地追踪青少年的情绪状态。

我们团队曾做过一项研究，基于来自某脑电企业的5000余名5—14岁儿童青少年在完成视空间工作记忆任务的大规模脑电样本，绘制了前额Theta-Beta Ratio（简称前额TBR，是反映注意控制的神经电生理指标）这一注意控制神经标志物的发展轨迹，从神经电生理的视角为注意控制的发展变化过程提供实证证据。研究数据为儿童注意控制评测方法提供了有力支撑，有望实现更加客观、自动化的儿童注意控制能力智能测评。

我们曾和北京回龙观医院开展合作，利用基于日常生活中可穿戴设备获取相关人员心率、皮肤电和加速度等多模态数据，发现心率等心血管系统反应以及皮肤电会受到抑郁相关情绪、急性压力等刺激的自主神经系统活动的影响。

传统研究多在实验室进行，而可穿戴设备能捕捉患者在日常环境中的自然状态，避免实

验环境的人为干扰。结合心率、皮肤电导、运动等多维度信号，能更全面地反映抑郁的复杂生理表现。高效分类为门诊快速筛查提供了可能，减少患者等待时间。

对于普通人日常、泛化的使用——比如让智能设备像一个贴心的朋友一样准确理解并回应我们的微妙情绪——我们仍需要跨越“精准性”和“可靠性”这两大门槛。这有赖于更大规模的数据、更稳定的算法以及更严谨的场景化验证。

科研的脚步往往是缓慢而坚实的，每一个有价值的发现，背后都需要三到五年甚至更长时间的积累与沉淀。

读+：除了用于“不好的”情绪监测治疗，技术可否帮我们拥有“更好的”情绪呢？将来，人类可以拥有外挂式的“好心情”加持吗？

张丹：您提出的问题非常深刻，触及了技术发展的本质与边界。

首先，技术本身是中性的，它如同一把工具，既能用于做好事，也可能带来风险。能否使人比自然赋予的更加“完备”，以及如何引导技术用于创造“更好的”情绪，这已经超出了单纯的技术范畴。它更多地取决于我们如何从制度、伦理和治理层面为这项技术设置合理的边界与规则。

收者更好地理解发送者的状态。很多家长给孩子佩戴儿童手表，它能判断孩子“开心”或“低落”，这也属于情感计算的应用。

但就技术现状而言，无论是通过表情、声音、脑电还是可穿戴设备的数据，想要瞬间、准确地判断一个人的情绪状态，仍然非常困难。因为单一指标（比如心跳加快）可能由多种原因引起，必须结合具体场景、上下文和个人历史状态来综合判断。

这项技术的价值往往体现在长期趋势的观察上。单个时间点的判断可能不准确，但如果我们拥有长达数月甚至一年的数据，来观察一个孩子长期在特定场景（比如上课）的情绪基调，那么这个宏观趋势的参考价值就大得多。比如通过长时间的数据，我们发现一个孩子每周的上课时间都持续呈现出“低落”的信号模式，那么这个趋势就非常值得关注。单个时间点可能不准，但长期、多维度的数据聚合能提供更稳健的参考。

当前机器能“捕捉”的主要还是外显的、可测量的情绪相关信号，并在此基础上进行概率性的推断。这为我们打开了一扇窗，让我们能更客观、持续地了解自己和他人的情绪模式，为未来实现更人性化的人机交互、更主动的健康关怀奠定了基础。

未来的情感智能系统，理想状态下应该能同时把握这两个维度，才有可能实现真正个性化、贴心的人机交互。

我们研究团队曾做过相关研究，从个体的情绪脑电响应角度出发，运用脑机接口与机器学习方法提取个体情绪脑电响应特征，设计并实现了可预测个体大五人格特质的自动化脑电测量方法。

在研究中，我们记录了66位被试观看28段情绪视频时的脑电响应，通过脑机接口与机器学习方法挖掘高维度脑电数据中的人格相关特征，我们通过脑电数据推算出来的人格分数，和本人自己填写问卷得出的大五人格匹配度非常高。

相关研究成果可以在许多应用场景发挥作用，如人力资源的入职优化匹配、心理疾病诊断及早期预警等，成为心理测量领域的新型工具。

关于“好心情加持”，是情感计算理想主义的愿景：未来的智能体或许不仅能识别出我们情绪低落，还能在我们需要时，通过播放音乐、调整环境或提供个性化陪伴等方式，成为我们生活中积极的情绪支持者。从这个角度看，技术有潜力协助我们拥有“更好的”情绪体验。

然而，实现这一愿景的路径是漫长且需要谨慎的。它面临两大层面的挑战。

首先是技术精准性与可靠性的挑战，当前技术距离在开放、复杂场景中稳定、准确地理解并响应微妙的人类情绪，仍有很长的路要走。其次，是伦理与社会治理的挑战。如何确保这种“情绪加持”尊重个人自主与隐私？如何避免技术被滥用（例如进行情绪操控或制造不公平）？如何界定人机互动的合理边界？这些问题没有简单的答案，需要技术专家、伦理学者、法律专家、政策制定者以及公众进行持续、高频的对话与碰撞，才能“对齐”我们对未来的期待。

我们一方面致力于推动技术向更精准、更可靠的方向发展，探索其提升人类福祉的可能性；另一方面，我们深刻意识到自身能力的局限，并积极呼吁和参与跨领域的交流。只有在开放对话和协同治理的框架下，这项技术才能朝着帮助人类拥有更健康、更积极情绪生活的方向稳步前进。